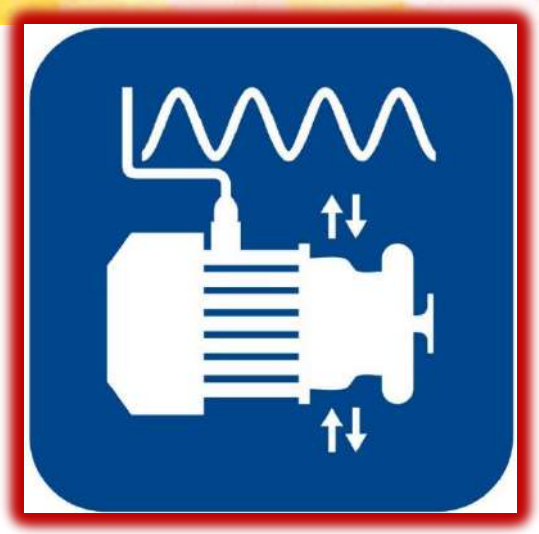
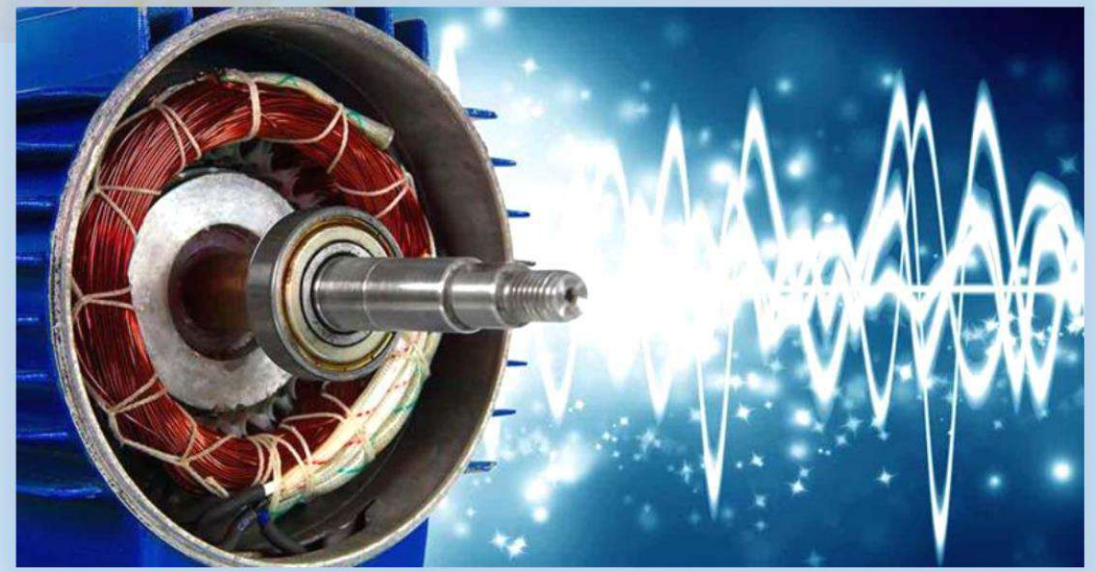
شرکت تجهیزات اندازه گیری وابزار دقیق بهروز

عنوان آموزش: تست ارتعاش در موتورهای الکتریکی

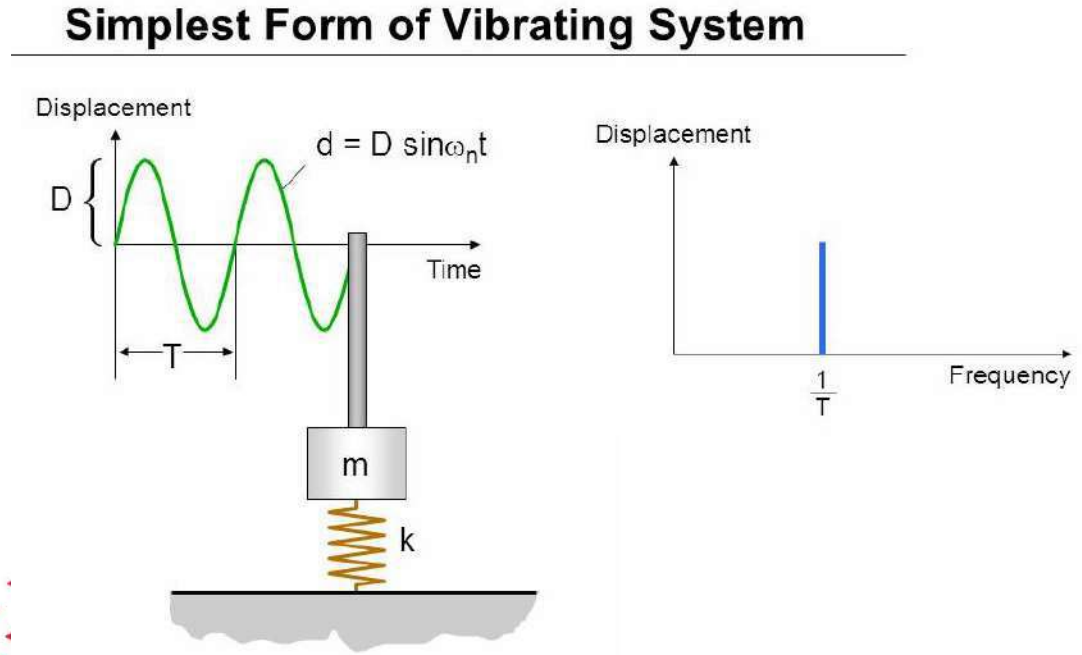
دپارتمان آموزش



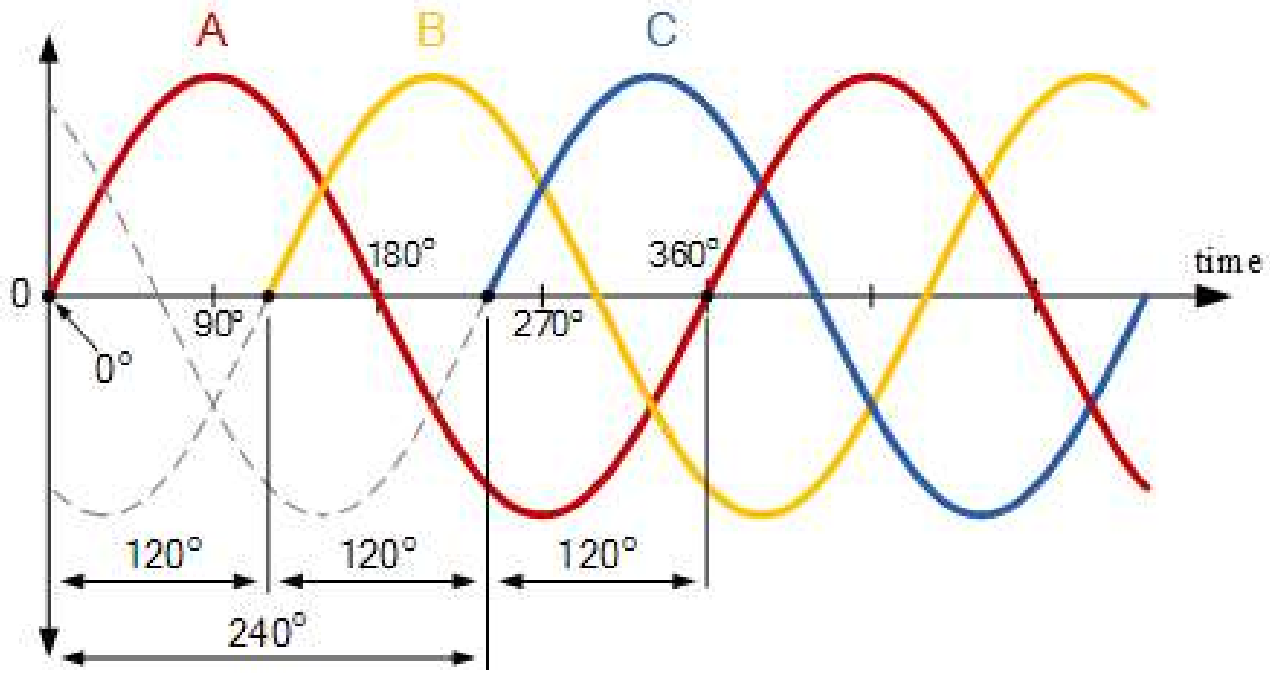


درتمـــامی صـــنایع وکارخانجـــات در حـــدود ۹۰٪ تجهیـــزات از نـــوع دوار بوده(الکتروموتورها،فن ها،پمپ هاو.....)که این تجهیزات نیاز به یک برنامه مـنظم ودقیق تعمیر ونگهداری دارند.یکی از مهم ترین تست ها در روی این تجهیزات در چک لیست تعمیرات دوره ای تست ارتعاش می باشد.

ارتعاش : ارتعاش به نوعی از حرکت در سیستم های دورانی ودینامیکی گفته می شود که به صورت نوسانی بوده ودر یک سیکل تکرار می شود.



ویژگی هاوپارامترهای حرکت ارتعاشی :



۱- دامنه(Amplitude)

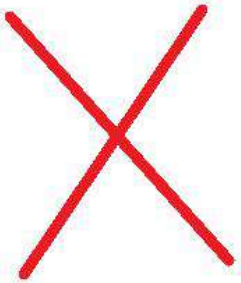
۲-فرکانس(Frequency)

۳-سرعت(Velocity)

۴-شتاب(Acceleration)

۵-میزان جابجایی(Displacment)

۶-فازوزاویه اختلاف فاز(Phase difference angle)

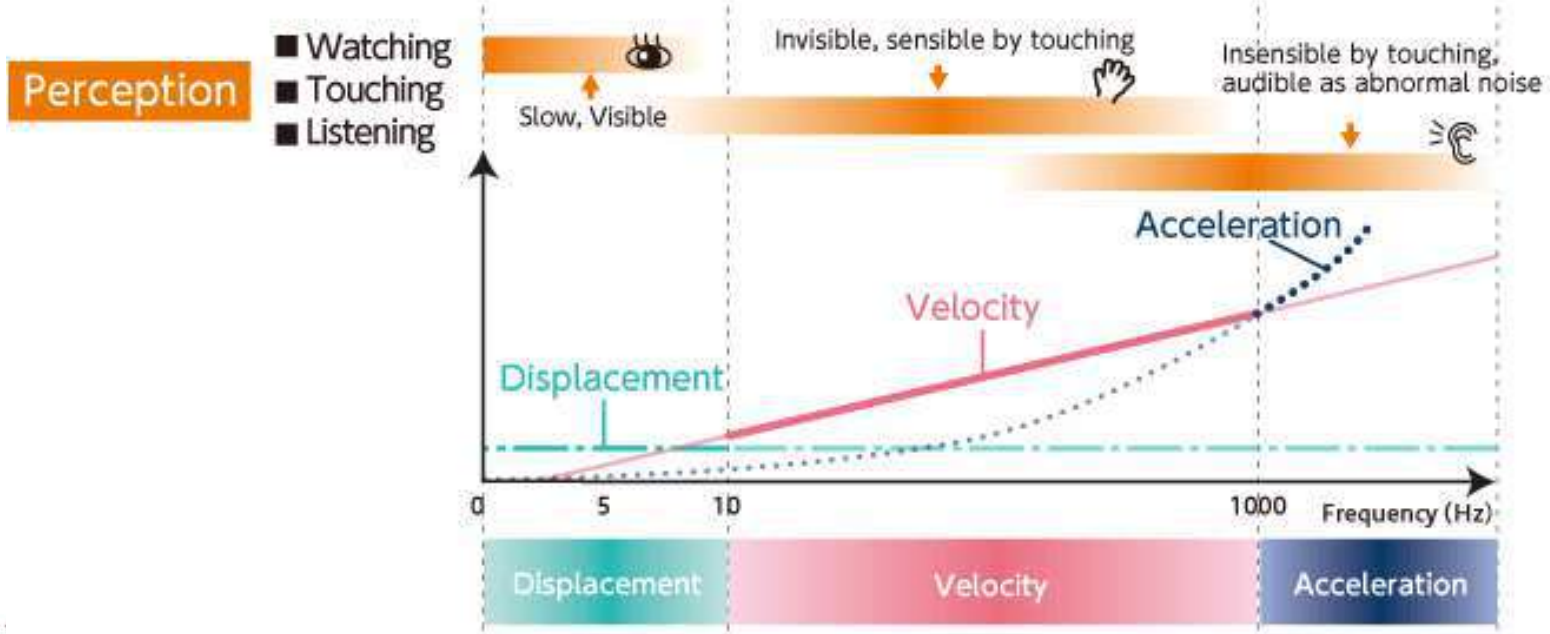


حرکت ارتعاشی بر اساس درک هر فرد:

۱- حرکت ارتعاشی آهسته وقابل دیدن

۲-حرکت ارتعاشی غیر مرئی اما قابل لمس

۳-حرکت ارتعاشی غیر مرئی وغیر قابل لمس اما قابل شنیدن به عنوان صدای غیر عادی

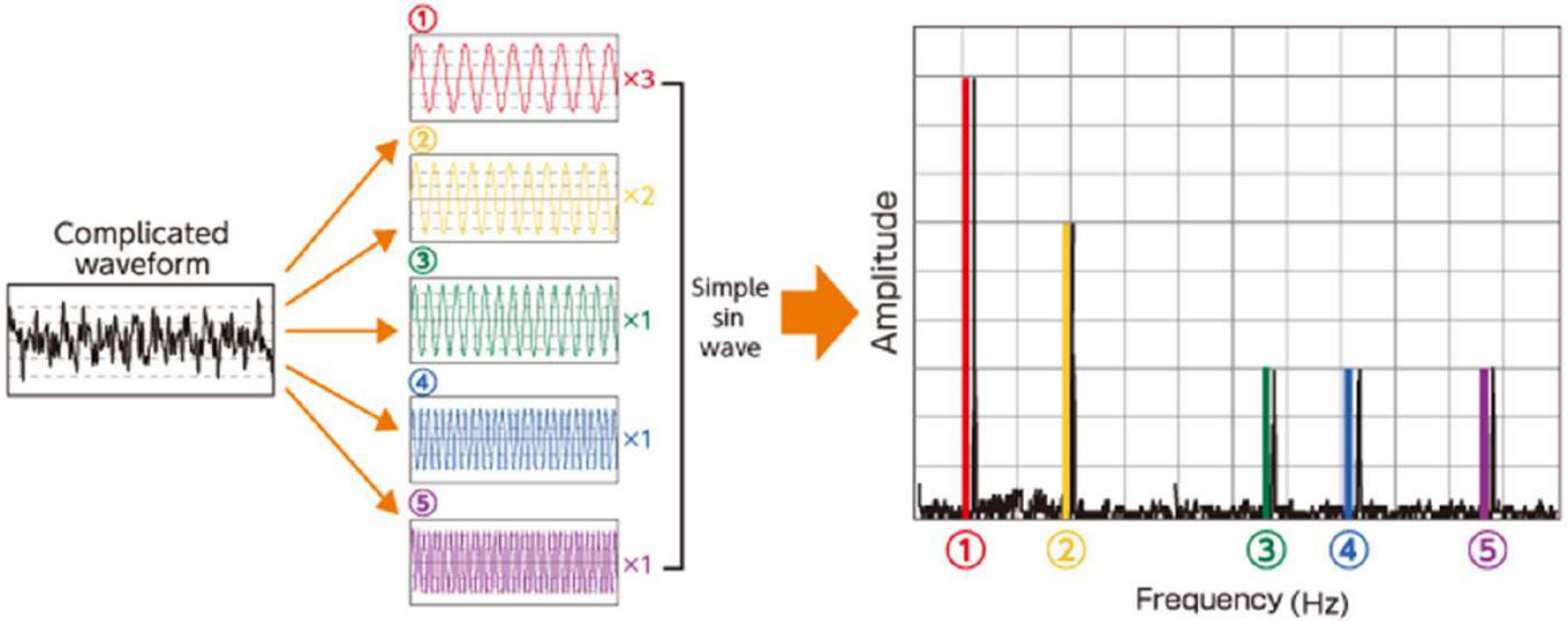


خطاهای شناسایی شده از طریق تکنیک های تحلیل ارتعاش

تکنیک آنالیز ارتعاش قادر است تقریباً تمام عیوب یک ماشین را شناسایی کند. در نتیجه، تجزیه و تحلیل گاه به گاه نیاز به روش های تکمیلی برای تأیید تشخیص دارد. موارد زیر رایج ترین خطاهایی هستند که تحلیل ارتعاش شناسایی می کند:

- عدم تعادل
- خرابی بلبرینگ
- شلی مکانیکی
- عدم هم محوری وراستایی
- رزونانس و فرکانس های طبیعی
- خطاهای الکتریکی در موتورها
- خرابی گیربکس

ارتعاش موتورهای الکتریکی معمولا ترکیبی از چند سیگنال می باشدکه جهت تحلیل آن از بسط سری فوریه یا تحلیل FFT استفاده می نماییم.



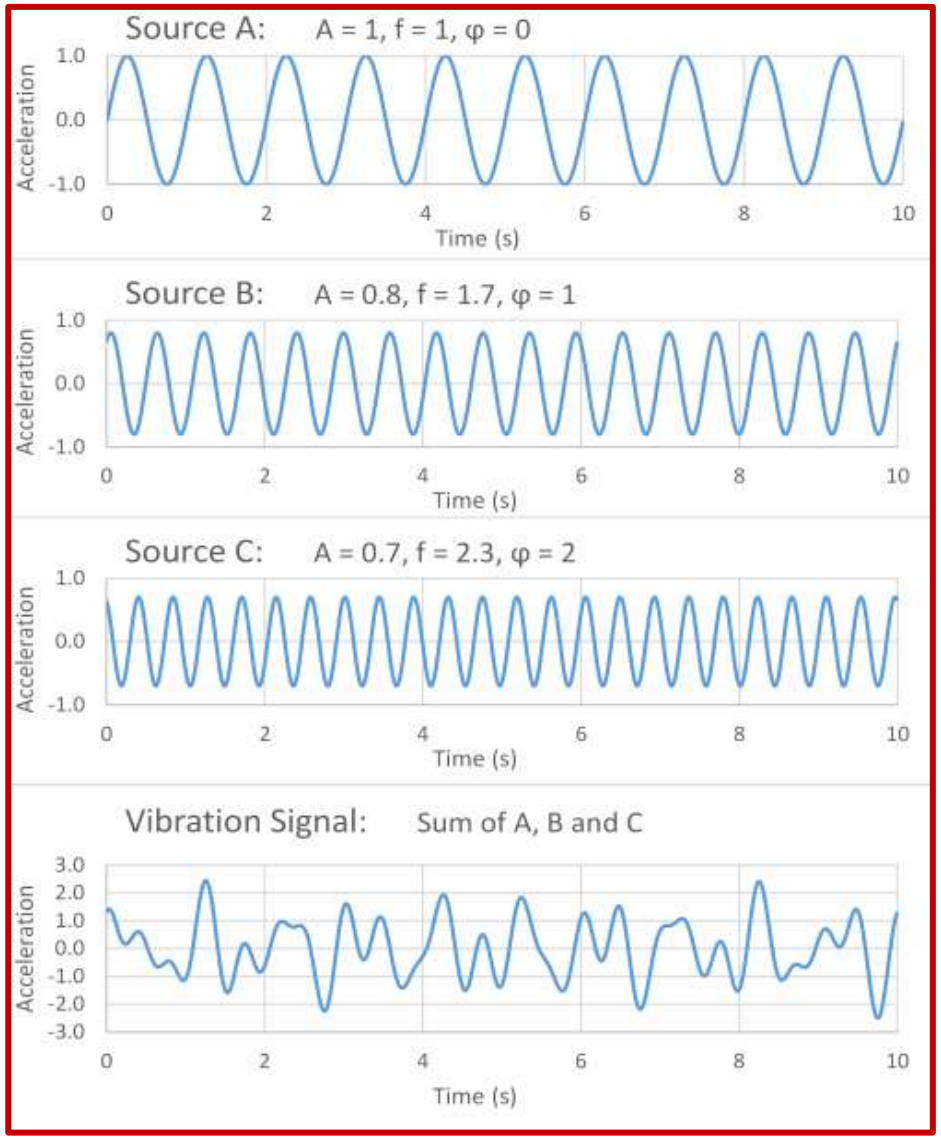
Fourier Series - The Fourier Coefficients

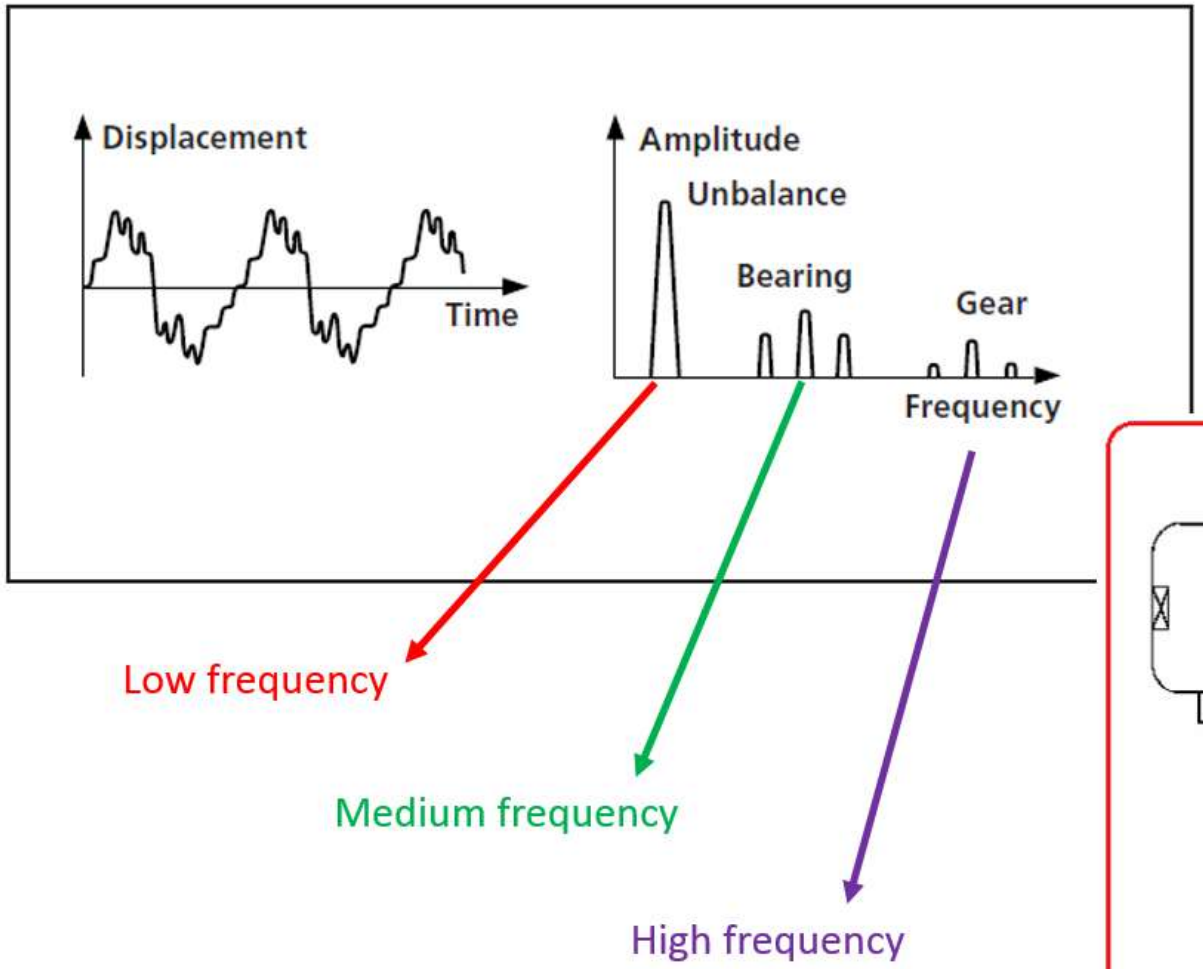
$$g(t) = a_0 + \sum_{m=1}^{\infty} a_m \cos\left(\frac{2\pi mt}{T}\right) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin\left(\frac{2\pi nt}{T}\right)$$

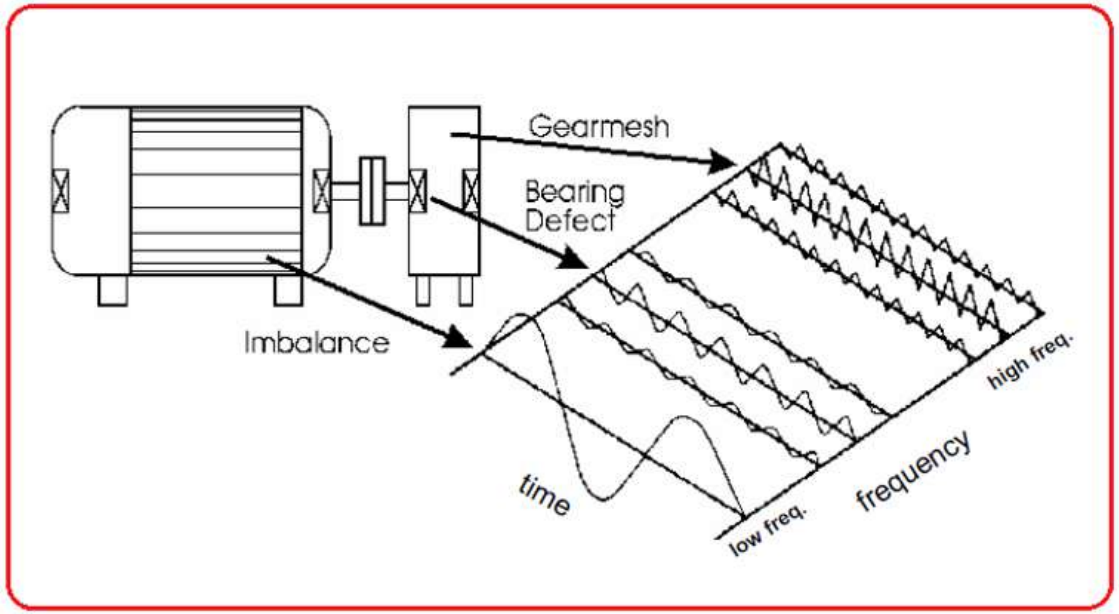
$$a_0 = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)dt$$

$$a_m = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\cos\left(\frac{2\pi mt}{T}\right)dt$$

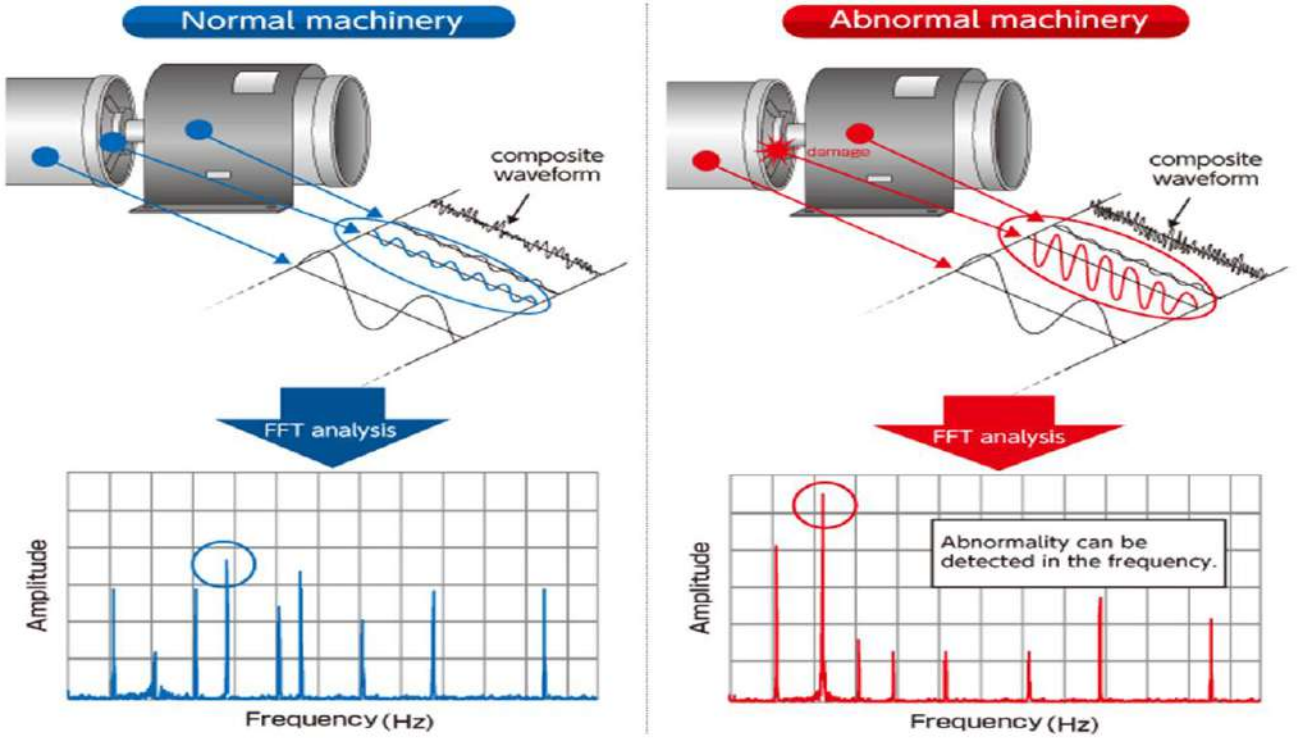
$$b_n = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\sin\left(\frac{2\pi nt}{T}\right)dt$$

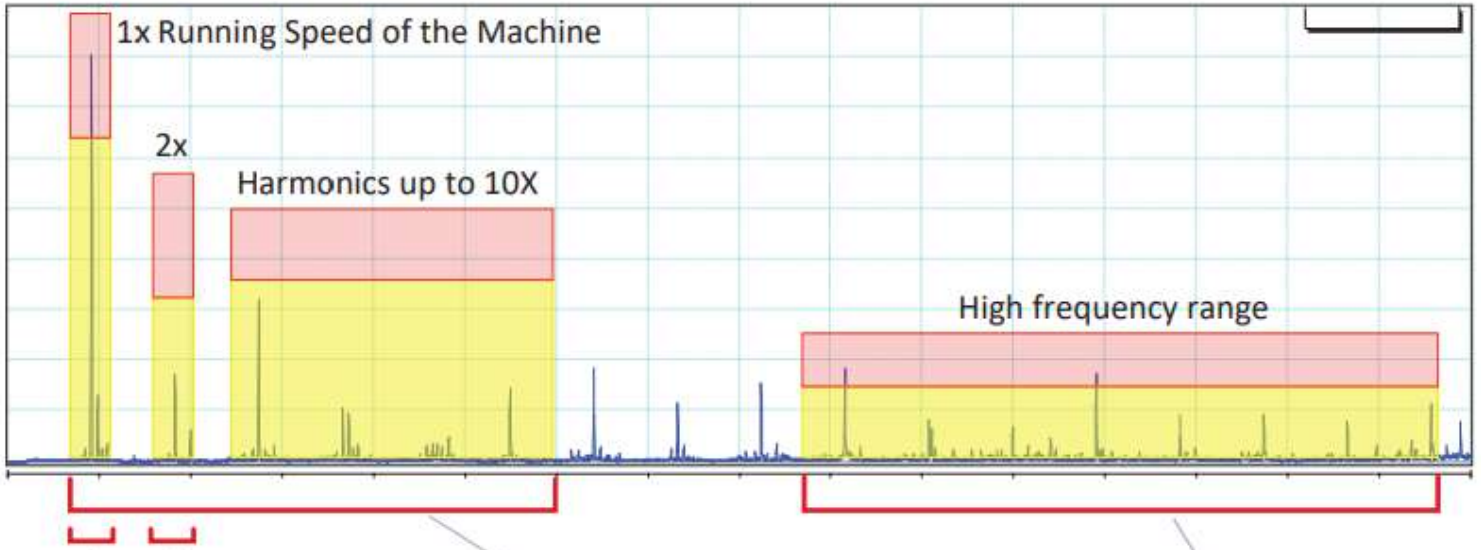



Displacement
Time
Amplitude
Unbalance
Bearing
Gear
Frequency
Low frequency
Medium frequency
High frequency

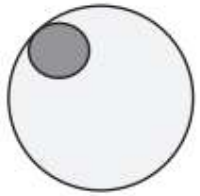

Gearmesh
Bearing
Defect
Imbalance
time
frequency
low freq.
high freq.

هنگامی که یک ماشین به طور غیرعادی کار می کند، به عنوان مثال به دلیل عدم تعادل یا آسیب یاتاقان، ارتعاشات مختلفی ایجاد می کند که با استفاده از FFT قابل تشخیص است .

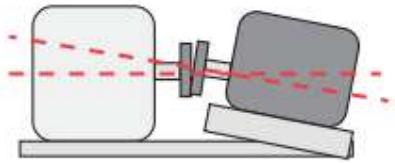




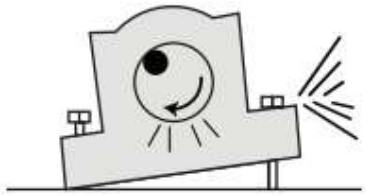
Imbalance



Misalignment



Looseness



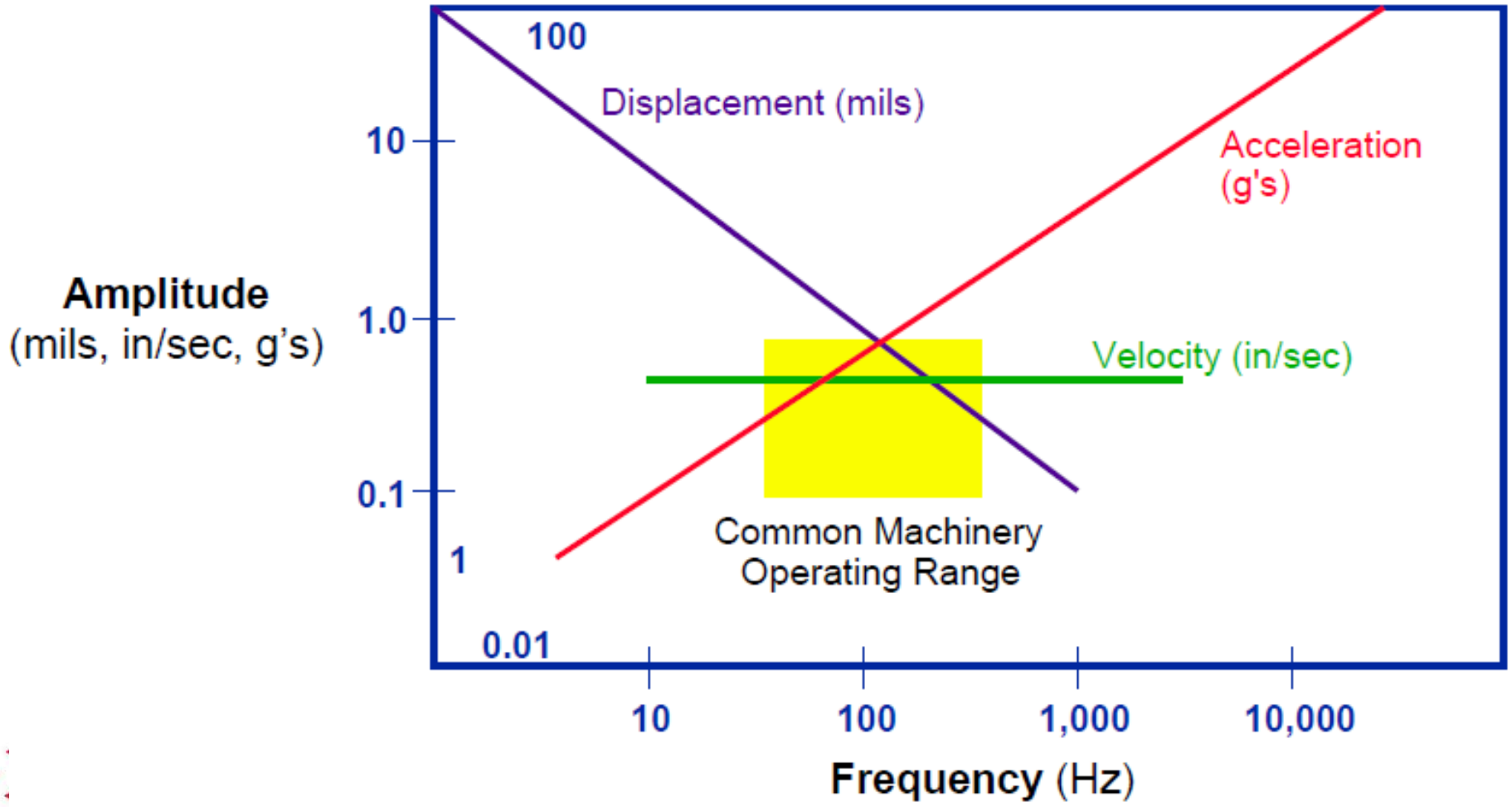
Bearing Fault

پارامترهای مورد سنجش در تست ارتعاش:

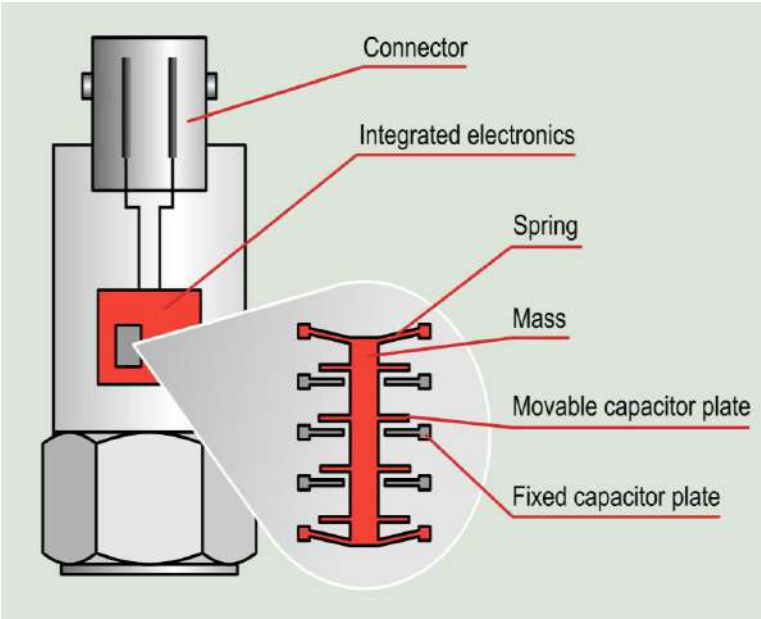
۱-سرعت(Velocity)

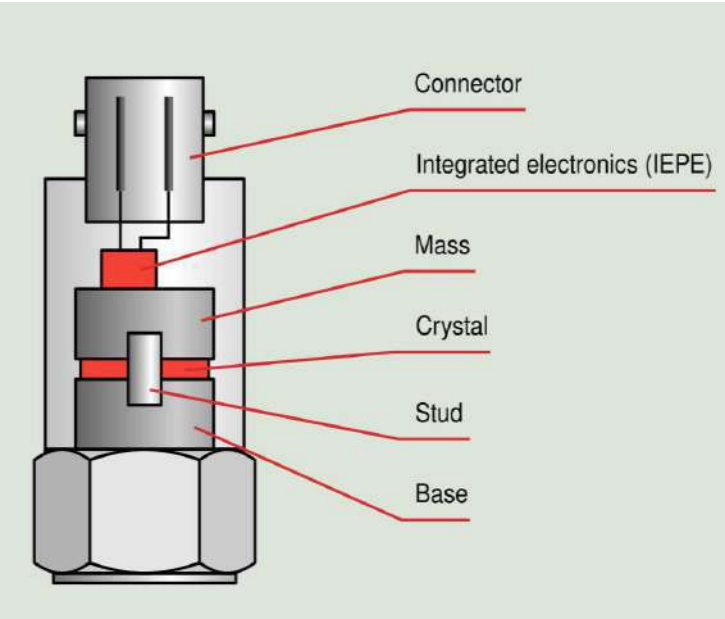
۲-شتاب(Acceleration)

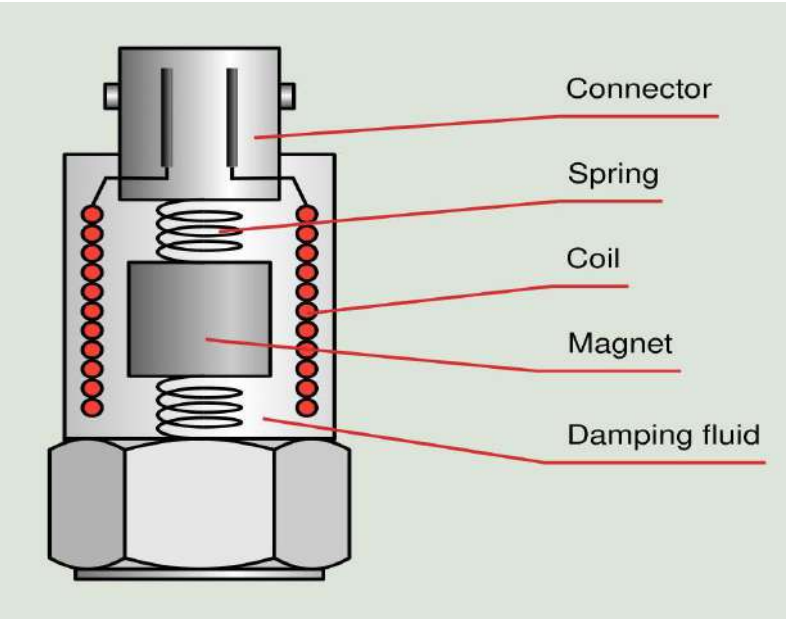
۳-میزان جابجایی(Displacment)


Amplitude
(mils, in/sec, g's)
100
10
1.0
0.1
1
0.01
Displacement (mils)
Acceleration
(g's)
Velocity (in/sec)
Common Machinery
Operating Range
10
100
1,000
10,000
Frequency (Hz)

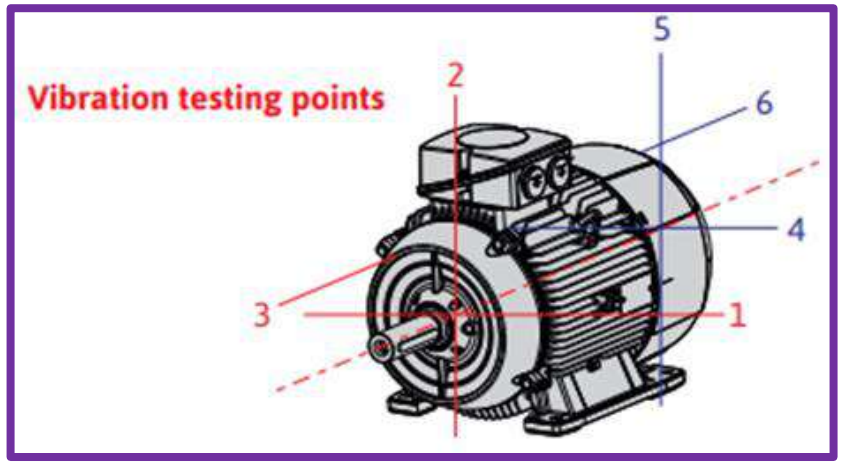
سنسور پیزو الکتریک(Piezoelectric Sensor)

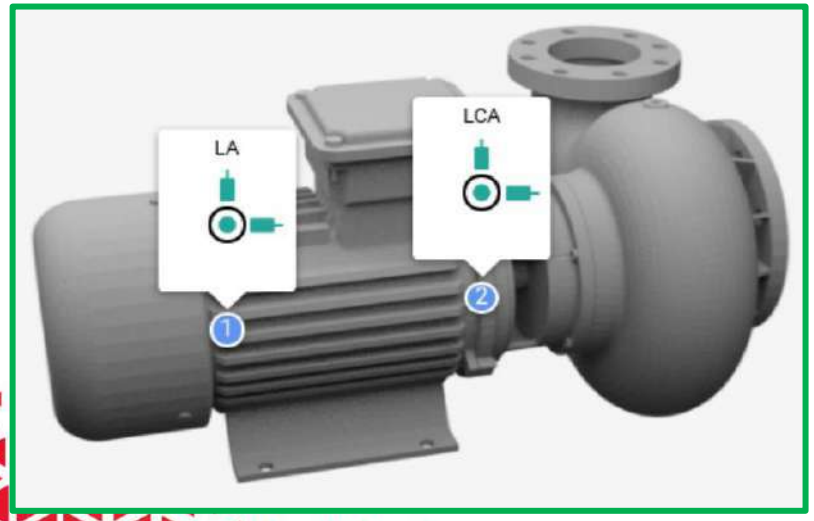






نکات ودستور العمل های انتخاب موقعیت محل سنسور دستگاه تست ارتعاش:





۱-نصب سنسور در روی خط مرکزی محوری شفت

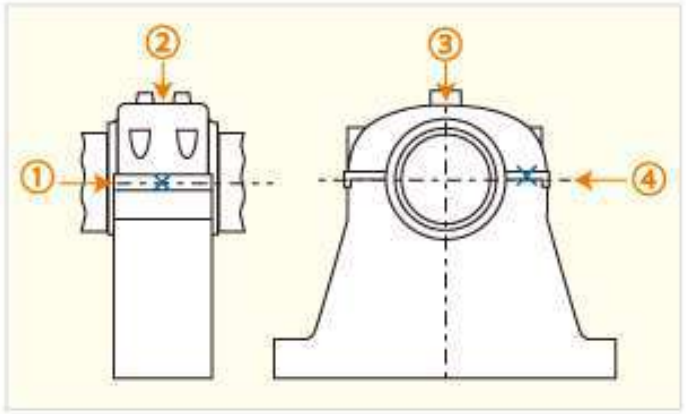
۲-اندازه گیری در روی محور افقی بلبرینگ ویاتاقان

۳-اندازه گیری در روی محور عمودی بلبرینگ ویاتاقان

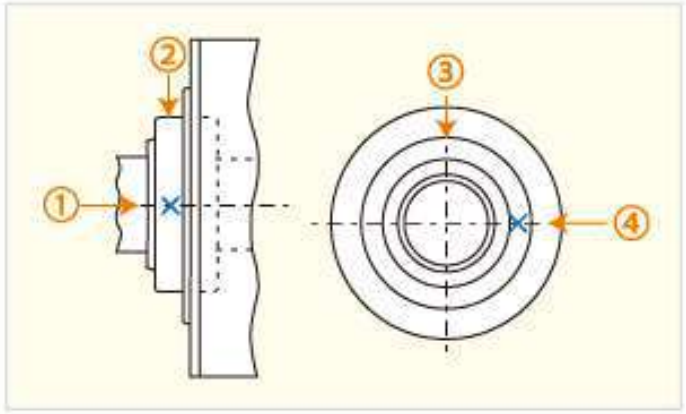
۴-حداقل تاثیر از شرایط خارجی

۵-حداکثر تاثیر پذیری به شرایط غیر طبیعی

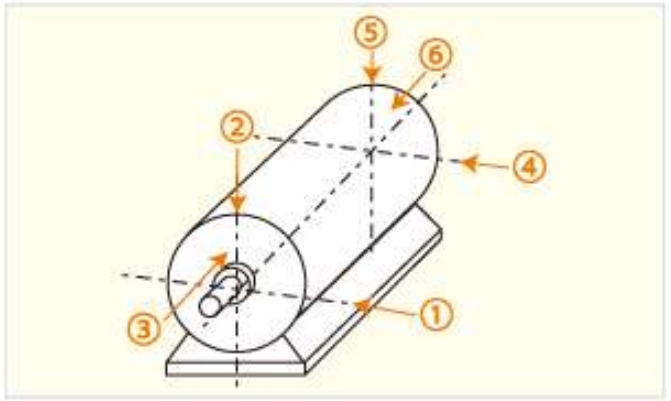
۶-حداقل تضیف سیگنال اندازه گیری شده(تلرانس سیستم)



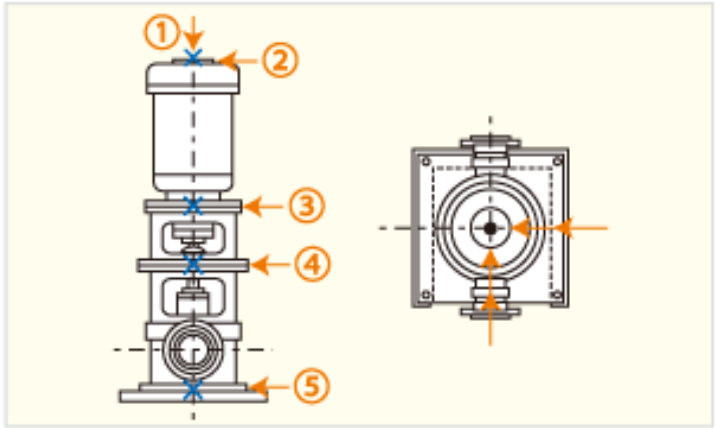
Measuring point of bearing stand



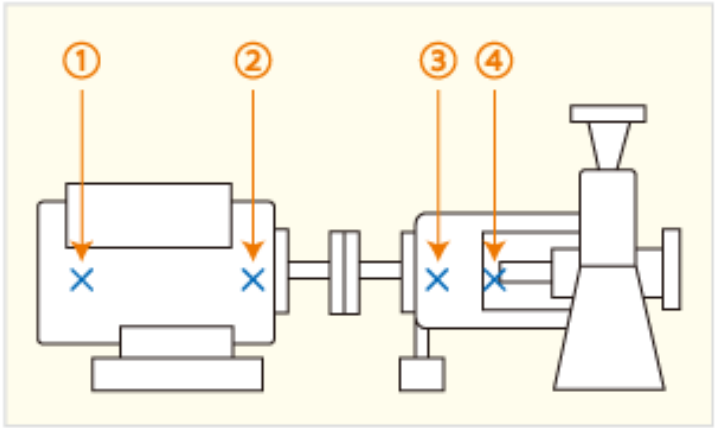
Measuring point of built-in bearing



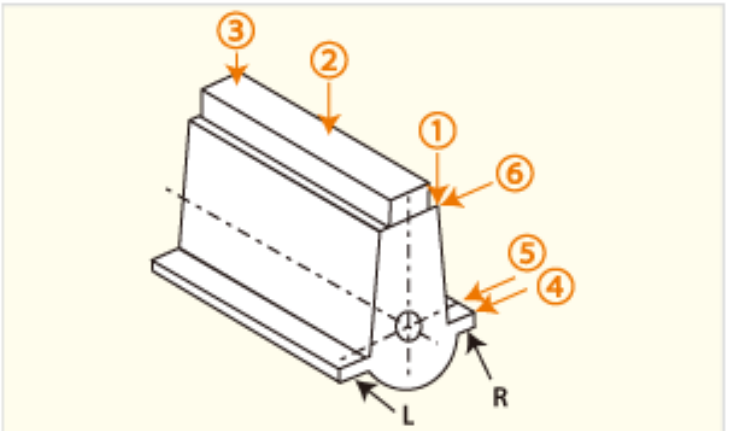
Measuring point of small electric equipment



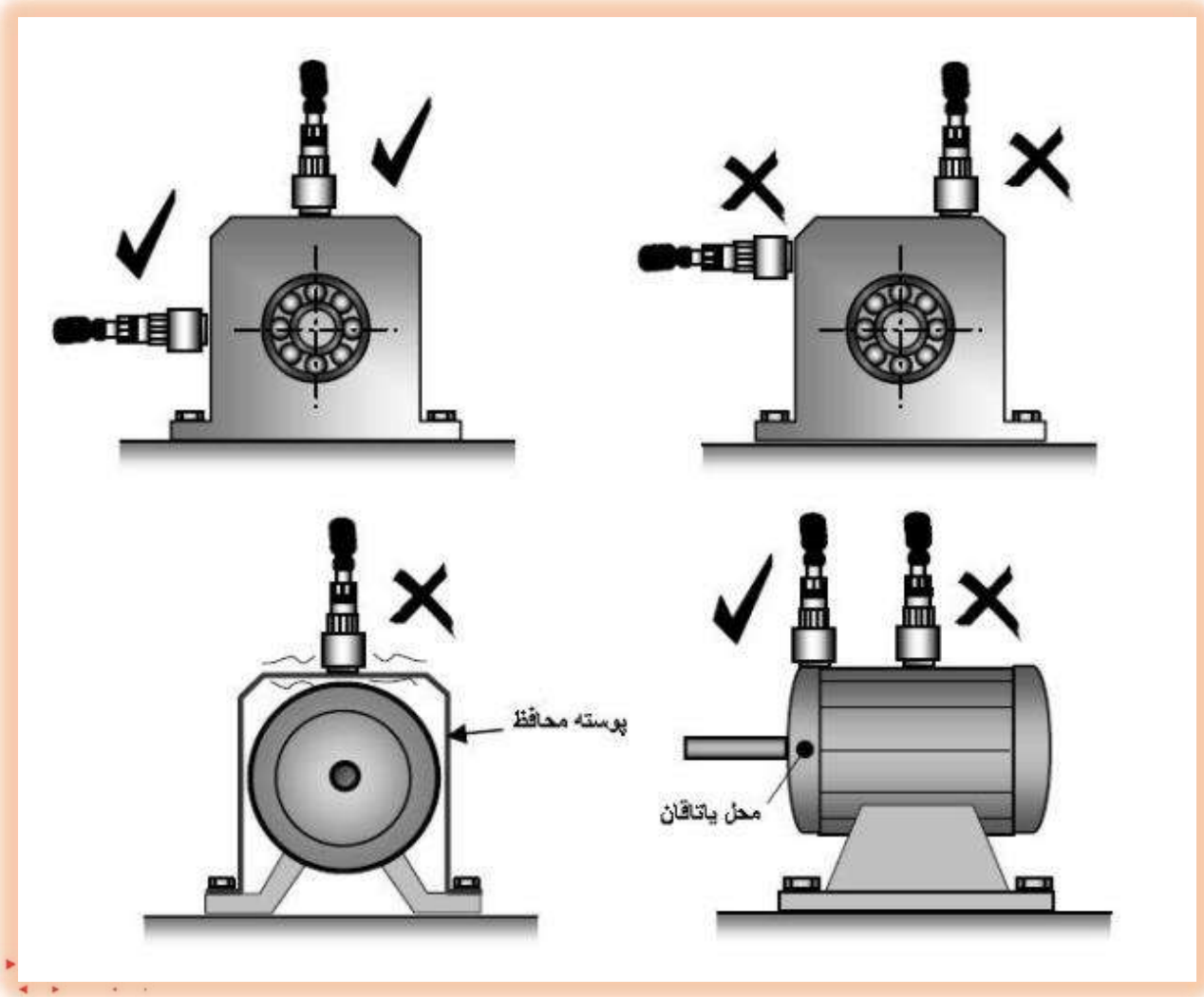
Measuring point of vertical machine

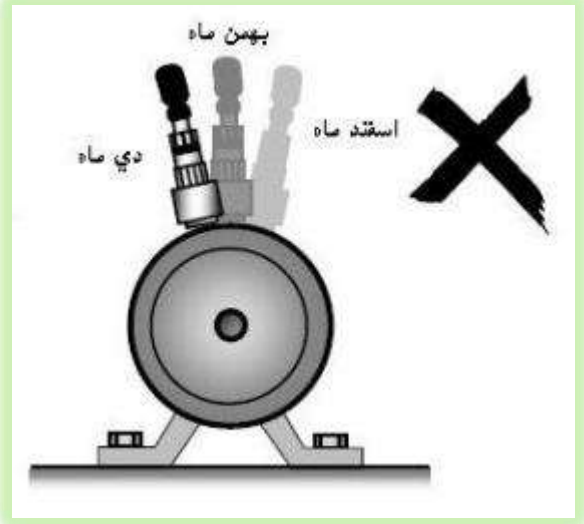


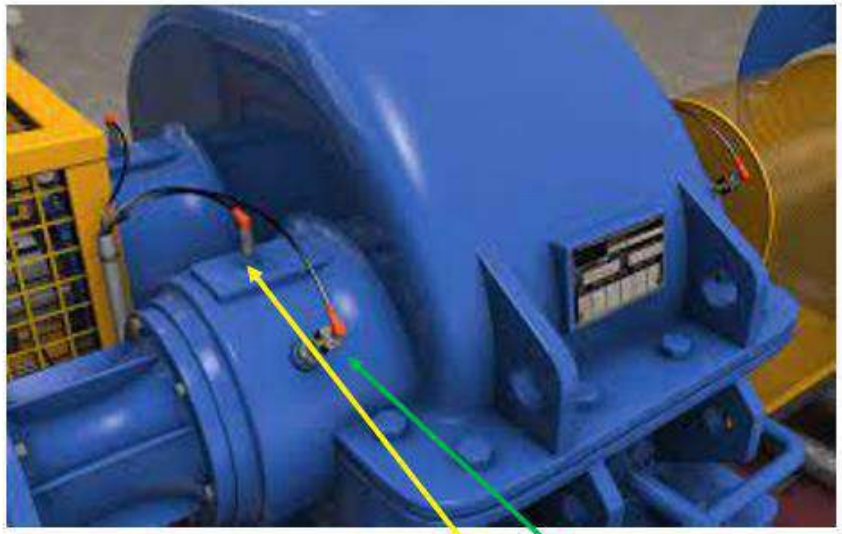
Measuring point of cantilever type pump

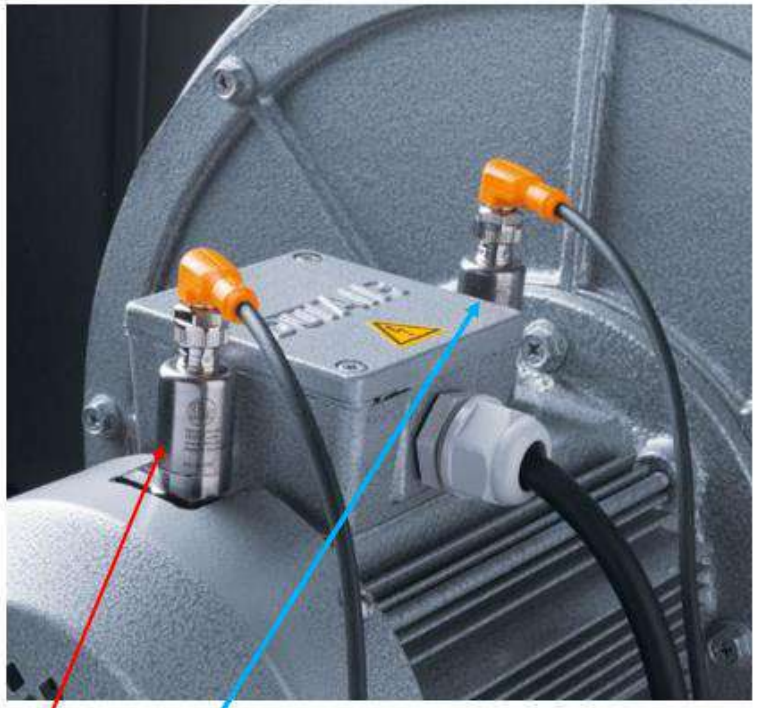


Measuring point of reciprocating engine


پوسته محافظ
محل یاتاقان


بهمن ماه
اسفند ماه
دي ماه



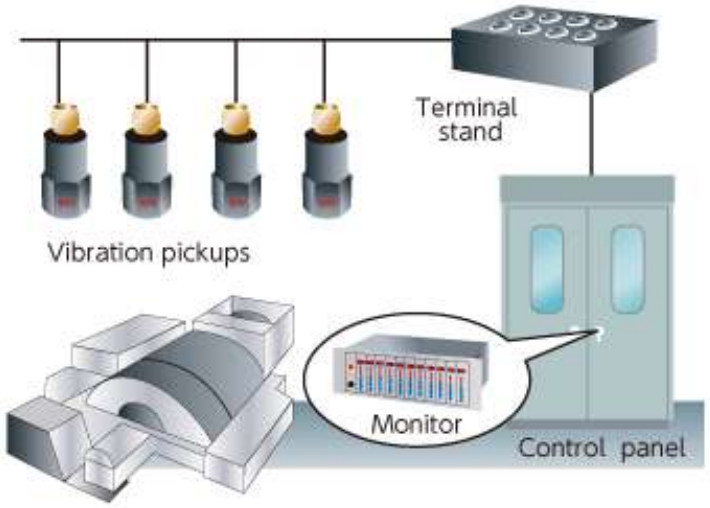


سنسورهای تست ارتعاش

سیستم پایش وضعیت تست ارتعاش به دوصورت زیر انجام می شود:

Permanent online vibration monitoring system

Machinery that :
- is important
- operates constantly
- cannot be approached
- deteriorates quickly



Portable off-line monitoring system

Machinery that :
- is minimal impact from breakdown
- is easy to be measured
- deteriorates slowly

۱-پایش وضعیت آفلاین

۲-پایش وضعیت آنلاین

عیوب متداول در موتورهای الکتریکی قابل تشخیص با تجزیه و تحلیل تست ارتعاش

۱- عدم تعادل

*عدم نصب صحیح وبالانس الکتروموتور

*مشکل انجام فوندانسیون ،شکستگی وتخریب آن

*تغییر شکل رتور بدلیل گرمای بیش از حد

*ساییدگی یا شکستگی کوپلینگ

*فرسودگی،شکستگی ویا عدم نصب صحیح فن خنک کننده

هنگامی که عدم تعادل در موتور الکتریکی تشخیص داده شود، اقدامات زیر توصیه می شود:

*مرور چک لیست تعمییر ونگه داری(تاریخ،نوع الکتروموتور،تعویض و....)

*بررسی کوپلینک وفن خنک کننده

*بررسی داخلی تغییر شکل رتوروشفت محور

*انجام مجدد کالیبراسیون موتوروشفت الایمنت(هم محوری)

۲-عدم هم محوری(عدم الایمنت)

*انجام مجدد هم محوری والایمنمت لیزری

*شکستگی پایه های الکترو موتور ویا تخریب فوندانسیون

*انبساط حرارتی بیش از حد

*ساییدگی یا شکستگی وفرسودگی کوپلینگ

اقدامات توصیه شده:

تست مجددهم محوری والایمنت وتاثیر انبساط حرارتی

تست پایه ها وفوندانسیون

تست کوپلینگ

۳-مشکلات بلبرینگ

*مونتاژ ونصب غیر صحیح

*بارگزاری بیش از حد موتور ویا فرسودگی

*روان کاری نامناسب

*ایجاد ولتاژ در روی شفت وعدم اتصال صیح به سیم زمین یا رینگ عایق

اقدامات توصیه شده:

نصب بلبرینگ وخوردگی،سایش آن را بررسی کنید

فرآینده روان کاری وروغنکاری را بررسی کنید

سیم ارت ورینگ عایق را بررسی کنید

۴-مشکلات الکتریکی

*شکاف هوایی نامناسب بین رتور واستاتور

*شکستگی وتغییر فرم میله های رتور(قفس سنجابی) یا قطعی سیم پیچهای وجاروبک ها آن(رتورسیم پیچی)

*کیفیت پایین توان(عدم تعادل ولتاژها،وجود هارمونیک زیاد،خرابی اینورتور،قطعی فاز،اتصالات الکتریکی نامناسب)

*مشکلات عایقی سیستم

اقدامات توصیه شده:

کیفیت توان را با دستگاه های اندازه گیری صحیح بررسی کنید

فاصله هوایی رتور واستاتور وپارامترهای رتور را بررسی کنید

تست عایقی موتور را با میگر انجام دهید

Velocity Test

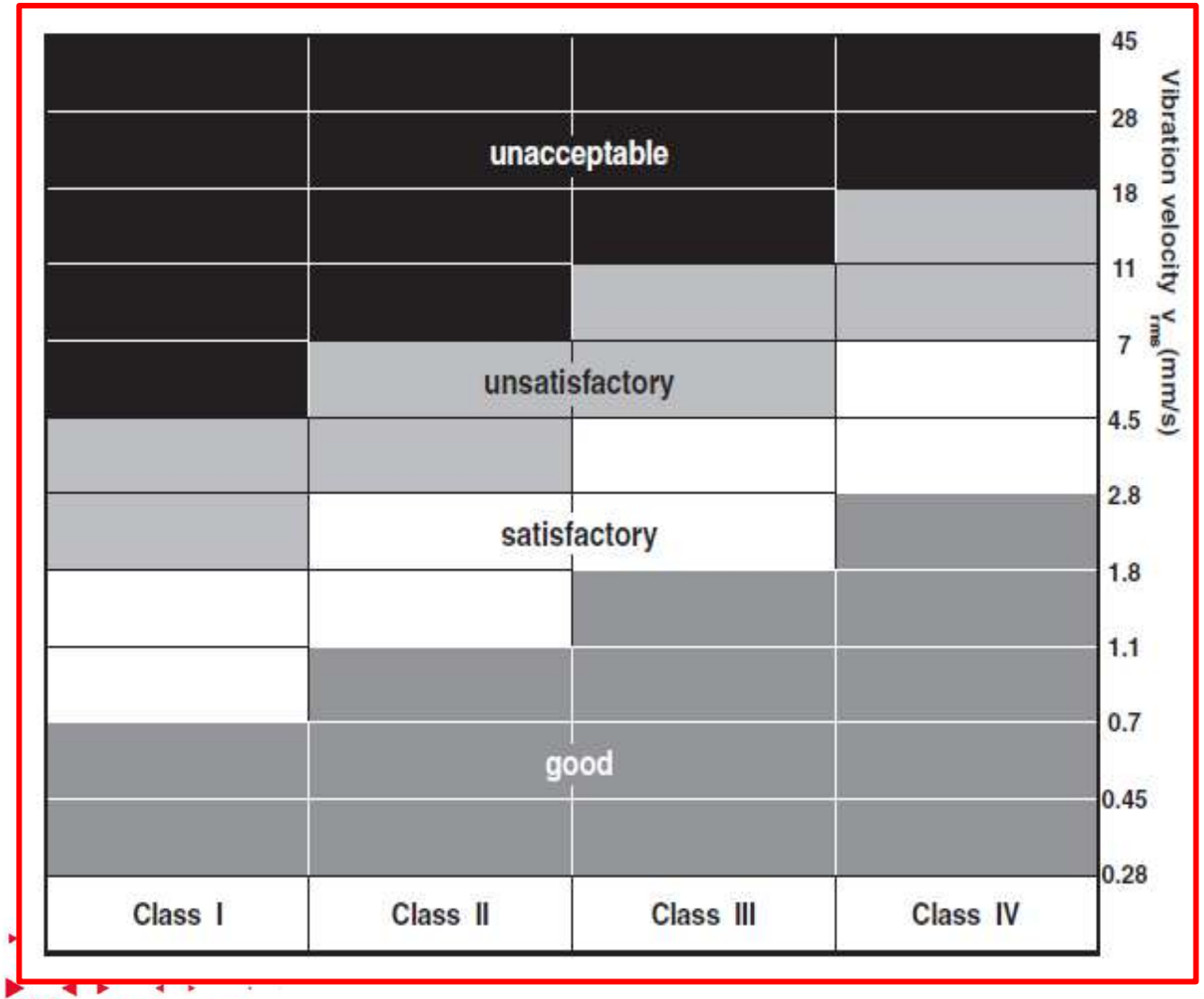


Table Vibration Severity - ISO 10816-1

Vibration Velocity Vrms	Machine in/s	Machine mm/s	Class I Small Machines	Class II Medium Machines	Class III Large Rigid Foundation	Class IV Large Soft Foundation
	0.01	0.28				
	0.02	0.45				
	0.03	0.71		GOOD		
	0.04	1.12				
	0.07	1.80				
	0.11	2.80		SATISFACTORY		
	0.18	4.50				
	0.28	7.10		UNSATISFACTORY		
	0.44	11.20				
	0.70	18.00				
	1.10	28.00		UNACCEPTABLE		
	1.77	45.9				

Class 1: P<15Kw
Class 2 :15Kw<P<75Kw
Class 3 :75Kw<P<300KW
Class 4 : 300Kw<P

Vibration causes and their characteristic frequencies

Possible cause	Dominant frequency	Direction	Comments
Imbalance	1x rotation frequency	Radial for dynamic imb., possibly axial	Amplitude proportional to imbalance and RPM; causes severe vibration to occur
Misalignment; bent shaft	1x rotation frequency often 2x and higher multiples	Radial and axial	Severe axial vibration and 2nd harmonic; best realigned with OPTALIGN® V or SYSTEM 2 TURBALIGN®
Bearing damage	High-frequency vibration	Radial and axial	May be diagnosed from vibration only through use of diagnostic functions or shock pulse analysis (SPM)
Sleeve bearing play	Subharmonic, exactly 1/2 or 1/3 of rotation frequency	Radial	Usually dependent upon RPM and operating temperature
Oil film whirl or whip (sleeve bearings)	40% - 50% of rotation frequency	Radial	Occurs with high-speed machines; phase fluctuates.

Vibration causes and their characteristic frequencies

Possible cause	Dominant frequency	Direction	Comments
Hysteresis whirl	Critical shaft rotation frequency	Radial	Vibrations are excited as machine climbs through critical RPM and remain at higher speeds. Remedy: Rotor must be reworked (mounting improved).
Gear tooth damage	Tooth mesh frequency and multiples thereof with sidebands located at multiples of rotation frequency	Radial and axial	Sidebands occur from modulation of tooth mesh vibration at rotation frequency; difficult to isolate due to superimposition.
Belt drive damage	Rotation frequency and multiples thereof	Radial	Additionally recommended: combined RPM and belt speed measurements to check for belt slippage.
Turbulence; cavitation	Blade/vane passing frequency	Radial and axial	Additionally recommended for pumps: shock pulse measurement at the pump housing.
Electrically induced vibration	Rotation frequency, 2x line frequency	Radial and axial	Sidebands may also occur located at multiples of the rotation frequency; vibration ceases when power is cut off.

دستگاه های اندازه گیری پیشنهادی جهت تست ارتعاش موتورهای الکتریکی

FLUKE

Fluke 805 FC Vibration Meter

BTM
Behrooz Tools Measuring

دستگاه تست ارتعاش وتست سریع بلبرینگ،بیرینگ ویاتاقان الکتروموتورها وسیستم های دوار مکانیکی بدون نیاز به باز نمودن سیستم

Table Crest Factor+

CF+	Severity
1 to 5	Good
6 to 10	Satisfactory
11 to 15	Unsatisfactory
above 15	Unacceptable

FLUKE

BTM
Behrooz Tools Measuring

Fluke 805 FC Vibration Meter

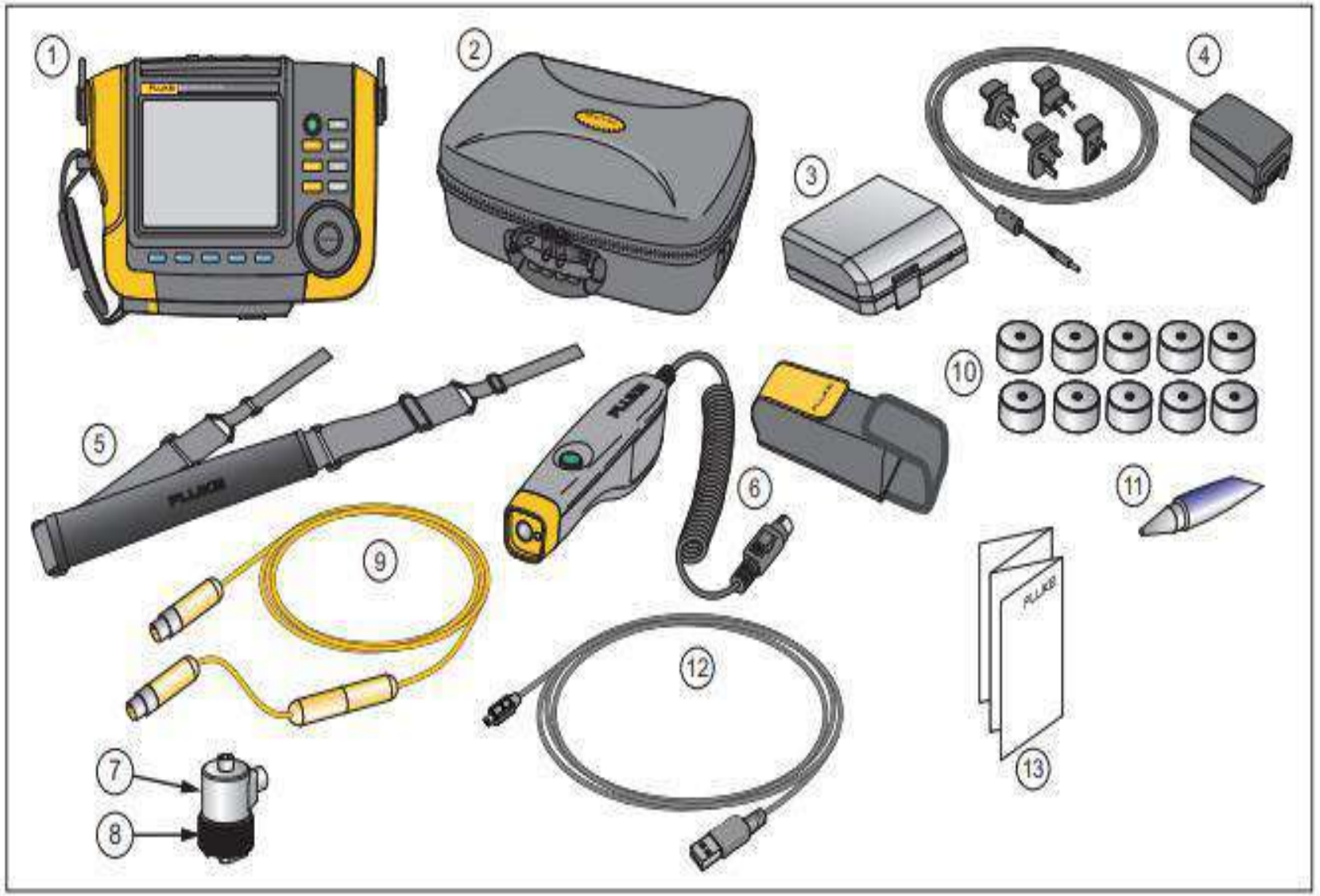
BTM
Behrooz Tools Measuring

FLUKE®

Fluke 810 Vibration Tester

www.btmco.ir

شرکت تجهیزات اندازه گیری وابزار دقیق بهروز



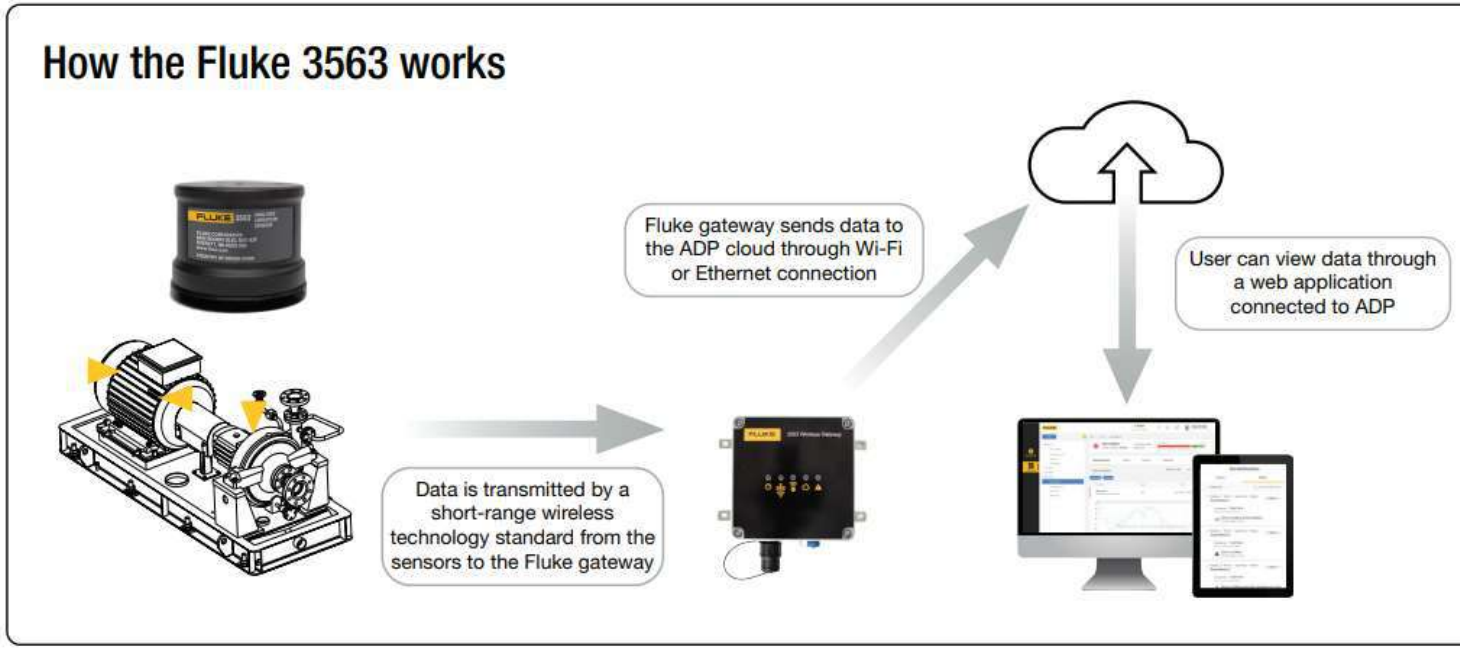
1. Vibration Tester
2. Storage Case
3. Smart Battery Pack
4. Smart Battery Pack Charger and Adapters
5. Shoulder Strap
6. Tachometer and Pouch
7. Sensor
8. Sensor Magnet Mount
9. Sensor Quick Disconnect Cable
10. Sensor Mounting Pads (10-pack)
11. Adhesive
12. Mini USB to USB Cable
13. Quick Reference Guide

FLUKE
Reliability

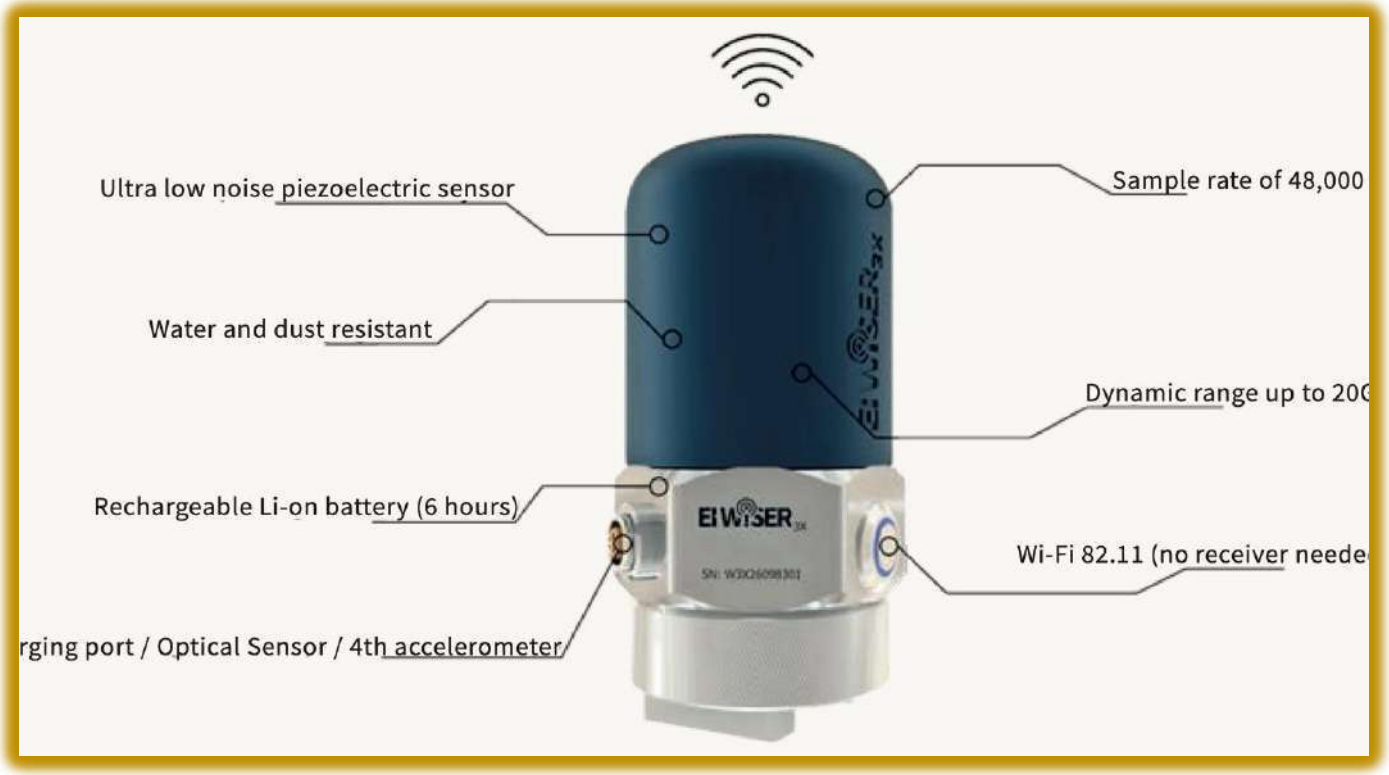
Fluke 3563 Analysis Vibration Sensor

Wireless vibration sensor for machine fault analysis

How the Fluke 3563 works



WiSER 3X Triaxial Wireless Accelerometer



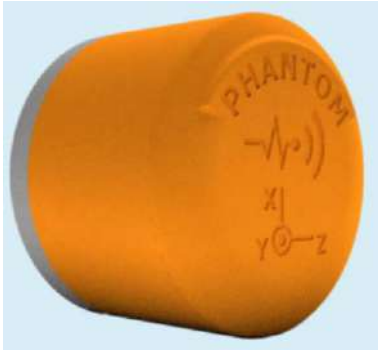
PHANTOM

WIRELESS MACHINE SURVEILLANCE

Wireless RPM sensor

Wireless Sensor Adapter

Wireless Sensor Adapter



Temperature

Wireless Amperage Sensor

BTM
Behrooz Tools Measuring

SDT340

with Ultranalysis® Suite 3

Detect, measure, analyze ultrasound and vibration

www.btmco.ir

شرکت تجهیزات اندازه گیری وابزار دقیق بهروز

SKF Pulse™

Sensor controls and indicators:

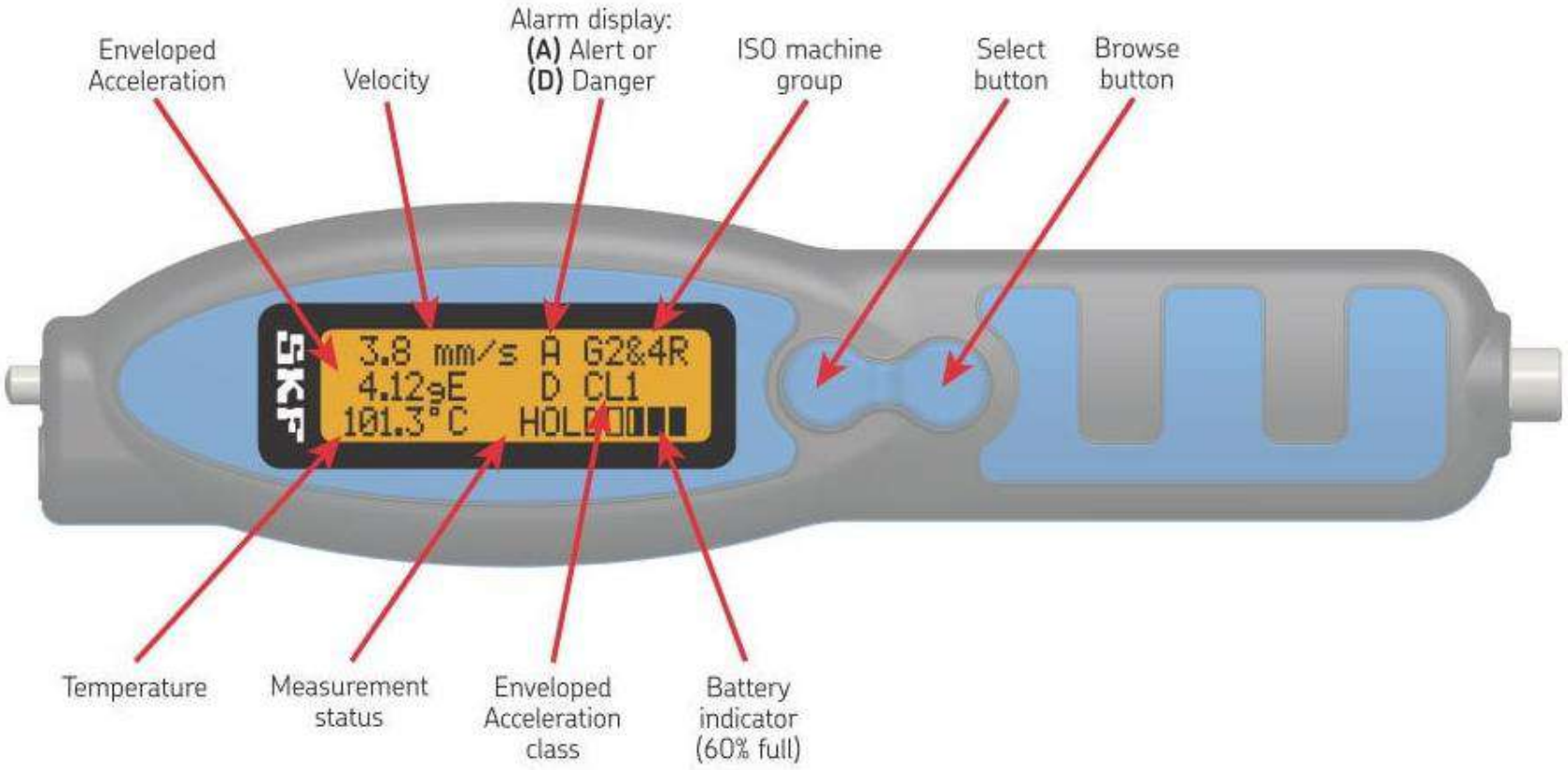
1 **Power button –**
Powers the sensor on and off

2 **Battery LED (green, red) –**
Indicates status of battery charge

3 **Communication LED (green, red) –**
Indicates sensor connection status to app and when firmware updates are in progress

4 **All-purpose check LED –**
For future use

SKF CMAS 100-SL Handheld Vibration Meter



BTM
Behrooz Tools Measuring

MarMonix
Promote your assessment

MVB-200

Vibration meter

Parameter	Values
Acceleration range	0.1~199.9 m/s^2
Velocity range	0.1~1999.9 m/s
Displacement	0.001~1.999 mm (P - P)
Acceleration (Freq)	10Hz~1KHz (LO); 1KHz~15KHz (HI)
Velocity (Freq)	10Hz~1KHz (LO)
Displacement (Freq)	10Hz~1KHz (LO)
Accuracy	±5%H±2digits
LCD display	3 1/2 digits display
Data output	AC output 2 V peak (display full scale)
Load impedance	10K or more earphones can be connected
Operation temperature	0~40
Power supply	1*9V battery
Dimensions	175*67*33MM
Weight	134.5g

What does it measure?

FLUKE

High Frequency 4,000 Hz to 20,000 Hz

Overall Vibration 10 Hz to 1,000 Hz

Temperature -20 °C to 200 °C

Bearing Vibration(CF+)

Overall Vibration

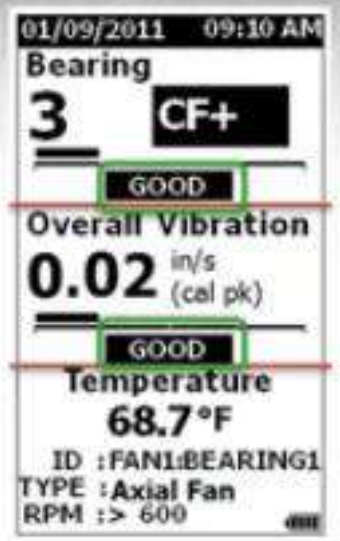
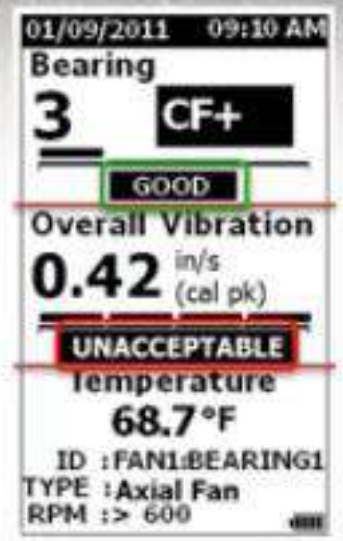
IR Temperature

805 Vibration Meter is Fluke's multifunction vibration checker which

- Provides quantifiable results of bearing condition, overall vibration, temperature
- Assesses the severity on a severity scale
- Provides ability to upload the data to PC for later trending

Compare Results

FLUKE

Measure location	No fault	Imbalance
		

805